

실어증 환자 대상 디지털 기술 기반 언어재활에 관한 최근 문헌 고찰: VR, AR, 모바일 애플리케이션을 중심으로

A Review of Recent Digital Technology-Based Language Rehabilitation For Aphasia: Focusing on VR, AR, and Mobile Application

정채윤*, 홍유정**, 공성현***, 최유진****, 이교구**

이화여자대학교 스크린대학 뇌인지과학*, 서울대학교 지능정보융합학과**, (주)메타교육***,
연세대학교 음악대학 피아노과****

Chae Youn Chung(chaeyoungchung@ewhain.net)*, You Jeong Hong(yjyj12@snu.ac.kr)**,
Seong Hyeon Kong(nash0823@naver.com)***, You Jin Choi(dbwls3363@yonsei.ac.kr)****,
Kyogu Lee(kglee@snu.ac.kr)**

요약

디지털 기술이 비약적으로 발전하며 이를 의료 분야에 융합하려는 흐름이 심화되고 있는 가운데, 최근 연구들은 실어증 환자 대상 언어재활에 가상현실(VR)과 증강현실(AR) 및 애플리케이션을 활용한 중재를 제안해왔다. 본 연구는 이러한 실어증 환자 대상 디지털 기술 기반 언어재활을 시행한 최근 4년 (2018~2021년) 연구의 특징을 종합하고 향후 연구에 대한 시사점을 도출하고자 주제범위 문헌 고찰(scoping review)을 시행하였다. Web of Science, CINAHL, RISS에서 검색된 국내외 문헌 중 선정 기준을 만족한 총 20개의 논문을 검토한 결과, 디지털 기술을 이용하여 재활 훈련 콘텐츠에 게이미피케이션(gamification), 환자 맞춤형 개인화 등을 적용하거나 가상 의사소통 환경을 구현하여 재활 훈련을 돕는 등 새로운 형식의 재활 콘텐츠가 다양한 방식으로 시도되고 있음을 확인하였다. 이러한 디지털 기술 기반 언어재활은 기존 언어재활의 한계점을 보완할 수 있는 새로운 방식의 재활 훈련 콘텐츠를 제시할 수 있을 것으로 기대된다.

■ **중심어** : 실어증 | 언어재활 | 가상현실 | 증강현실 | 앱 |

Abstract

With the rapid development of digital technology and the growing trend to integrate it into the medical field, recent studies suggest language rehabilitation for people with aphasia using virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mobile applications. This study conducted a scoping review to summarize the features of digital technology-based language rehabilitation for aphasia in the last four years (2018-2021) and draw implications for future research. A total of 20 papers met the selection criteria among the documents retrieved from the Web of Science, CINAHL, and RISS. This review demonstrates that digital technology could offer unique treatment content by gamification, individualization, and creating a realistic communication environment, and by utilizing them in various ways. Therefore, we expect digital technology-based language rehabilitation for aphasia could supplement the limitations of conventional language rehabilitation and provide a novel perspective on development of treatment content.

■ **keyword** : Aphasia | Language Rehabilitation | Virtual Reality | Augmented Reality | Application |

* 본 연구는 과학기술정보통신부 정보통신기획평가원의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 2019-0-01371, 뇌-인지 발달과정의 기초-영아단계 모사형 실세계 상호작용 경험 기반 객체 관련 개념의 기계학습 기술 개발)

접수일자 : 2022년 06월 09일

심사완료일 : 2022년 08월 25일

수정일자 : 2022년 08월 16일

교신저자 : 이교구, e-mail : kglee@snu.ac.kr

I. 서론

실어증은 뇌손상으로 인해 말의 표현과 이해, 읽기, 쓰기, 제스처 등과 같은 언어 기능 수행에 어려움이 생기는 의사소통 장애이다[1][2]. 실어증의 주요 원인은 뇌졸중으로 알려져 있으며[3], 뇌졸중 환자들의 약 3분의 1이 실어증을 겪는다고 알려져 있고[4-7], 뇌졸중 발병 18개월 후에도 43%의 환자들은 상당한 정도의 실어증이 유지되었다고 보고된 바 있다[4]. 김향희 등[8]은 국내 뇌졸중 평균 발생률에 기반하여[9] 연 40,000~70,000명 가량의 실어증 환자가 발생할 것이라 추산하였다. 언어재활치료는 주로 좌반구가 손상된 실어증 환자들의 손상되지 않은 일부 좌반구 영역과 우반구 영역의 언어신경망을 재조직하여 언어기능을 회복하는 것을 목적으로 시행한다[10]. 최근 언어재활에서는 말하기, 듣기, 읽기, 쓰기에 해당하는 기초적인 언어능력과 이를 응용하여 실제 개인이 일상생활에서 자연스럽게 사용하는 기능적 의사소통 능력을 함께 고려한 중재가 활발히 이루어지고 있다[11].

실어증 환자가 언어재활치료에 접근이 얼마나 용이한가는 환자의 언어재활 예후에 영향을 미치는 중요한 요소 중 하나로[12] 실어증 치료 과정에서 상당히 중요한 부분이지만, 현행 언어재활 방식에는 몇 가지 한계점이 존재한다. 여러 선행 연구에서 지적된 환자 수 대비 언어치료사의 부족으로 인한 의료 접근성의 문제로 인해, 환자는 치료사를 만나기 어렵고, 집중적인 치료를 받는 데 어려움이 생길 수 있다. 또한, 이러한 상황에서 치료 횟수의 증가는 환자의 경제적인 부담을 크게 가중시킬 수 있다[8][13][14]. 이외에도, 환자가 퇴원 후 언어치료실에 지속적으로 방문하는 것은 뇌졸중 등의 질환으로 인해 이동의 어려움(mobility problem)이 있거나 병원으로부터 멀리 거주하는 환자들에게는 어려운 문제이다. 이러한 인적, 경제적, 지리적 문제는 만성기 실어증 환자의 언어재활치료로의 접근성을 제한할 수 있는 요소이다[15]. 또한, 명사(noun)에 비해 기존의 그림 카드, 낱말 카드 등과 같은 단편적 콘텐츠만으로 온전한 의미 전달이 어려운 동사, 형용사 등의 효과적인 학습을 위해 영상, 가상현실 등의 새로운 형태의 재활 훈련 콘텐츠를 생성하는 것도 필요하다[16][17].

이는 최근 비약적으로 발전한 디지털 기술을 의료분야에 융합하여 디지털 진단[13], 디지털 헬스케어[18], 디지털 치료[19] 등의 다양한 접근이 이루어지고 있는 현 상황에서 중요한 시사점을 제안한다. 실제로 최근 언어재활 분야에도 기술을 활용하여 현행 언어재활의 한계점을 보완하고자 하는 시도가 크게 증가하였다[15].

특히, 기술 기반의 실어증 언어재활 방법을 탐구한 최근 연구들은 가상현실(Virtual Reality; VR)[20-26], 증강현실(Augmented Reality; AR)[16][17][27], 모바일 앱[12][28-36] 등의 새로운 기술을 적용한 콘텐츠를 언어재활 상황에 적용하여 언어능력 향상에의 효과성을 확인하였으며, 이는 다수의 과거 문헌 연구들에서도 설명된 바 있다[15][19][37][38].

이에, 본 연구에서는 주제범위 문헌 고찰을 통해 실어증 환자 대상 VR, AR, 모바일 앱 기반 언어재활을 시행한 최근 연구들의 특징을 종합하고, 이로부터 향후 실어증에 대한 디지털 언어재활 콘텐츠 개발에의 시사점을 제안하고자 한다.

II. 연구방법

1. 연구 설계

본 연구에서는 Arksey와 O'Mally가 제안한 5단계의 주제범위 문헌 고찰(scoping review) 프로토콜[39]에 따라 1) 연구 질문 확인, 2) 관련 연구 확인, 3) 문헌 선정, 4) 자료 분석, 5) 결과 수집, 요약, 보고 순으로 진행하였다. 본 연구는 이 중에서 1~3단계는 연구 방법에, 4단계는 결과에, 그리고 5단계는 결론 및 제언 부분에서 서술하였다.

2. 연구 질문

본 연구는 실어증 환자 대상 디지털 기술 기반 언어재활을 시행한 최근 연구의 특징을 종합하여 향후 디지털 기술 기반 언어재활 콘텐츠 개발에의 시사점을 도출하기 위해, 연구 질문을 '실어증 환자 대상 VR, AR, 모바일 앱을 이용한 언어재활 중재 콘텐츠와 이를 활용하는 방법의 특성은 무엇인가?'로 설정하였다.

3. 관련 문헌 확인

본 연구에서는 총 세 개의 데이터베이스 - 국외 논문은 Web of Science, CINAHL Plus with Full Text (EBSCOhost), 국내 논문은 학술연구정보서비스(RISS) - 에서 2018년부터 2021년 사이에 출간된 논문을 검색하였으며, 논문의 제목, 초록, 키워드에 다음과 같은 검색어가 포함된 연구를 선정하였다.

국외논문을 검색할 때는 ‘aphasia’ AND ‘language’ AND ‘mobile OR tablet OR smartphone OR app OR virtual reality OR augmented reality’ AND ‘rehabilitation OR therapy’의 검색어를 사용하였고, 국내논문을 검색할 시에는 ‘실어증’, ‘언어’, ‘모바일 OR 태블릿 OR 스마트폰 OR 앱 OR 가상현실 OR 증강현실’, ‘재활 OR 치료’의 검색어를 사용하였다.

4. 문헌 선정

실어증 환자를 대상으로 VR, AR, 모바일 앱 기반으로 언어재활을 시행하고, 2018년부터 2021년 사이에 출판된 연구를 포함하였으며, 아래와 같은 논문들은 제외하였다[그림 1].

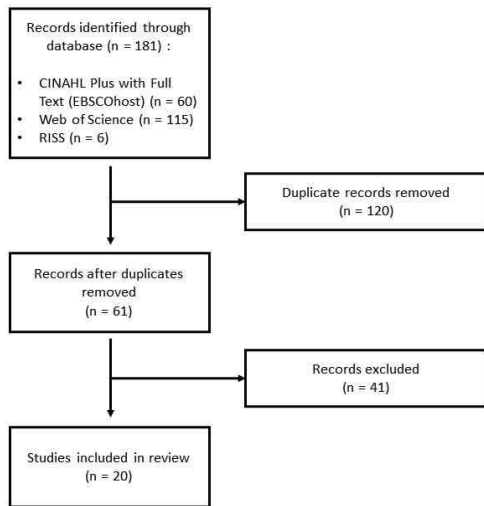


그림 1. 문헌 선정 과정

- 1) 전문을 확인할 수 없는 연구 (n = 4)
- 2) 문헌 고찰 연구 (n = 7)
- 3) 한국어나 영어로 작성되지 않은 연구 (n = 4)

4) 실제로 실험을 시행하지 않은 프로토콜, 기술 기반 재활 훈련의 개발만을 시행한 등의 연구 (n = 5)

5) 실어증 환자 대상 언어재활 목적이 아닌 연구 (n = 12)

6) VR, AR, 앱 기반의 기술을 사용하지 않은 연구 (n = 3)

7) 언어 능력에 대한 디지털 기술 기반 언어재활의 효과성을 검증하지 않은 연구 (n = 6)

III. 결 과

1. VR/AR 기반 중재

가상현실(VR)은 현실과 비슷한 3D 환경을 컴퓨터로 구현하여 사용자로 하여금 가상 세계에 실제로 존재하는 듯한 감각을 느끼게 하는 기술이다. 사용자는 대화형 장치(예: 키보드, 모션 트래킹 등 [40])를 이용하여 가상현실과 상호작용하고, 가상현실에서의 행동에 다중 감각적 피드백을 실시간으로 제공받으며 몰입감을 느끼게 된다[40-42]. De Luca 등[20]은 VR이 환자가 반복적 및 과제지향적인(task-oriented) 훈련에 능동적으로 참여할 수 있도록 도와주며, 실제 현실과 비슷하면서도 더 안전한 환경을 제공한다고 하였다. Marshall 등[43]은 VR을 이용한 중재는 환자에게 재미있고 몰입감을 높여줄 수 있는 환경을 제공하기 때문에 학습 동기를 유발하여 학습량을 증가시킬 수 있다고 하였다.

증강현실(AR)은 가상현실의 한 분야로, 현실 세계에 가상의 사물을 합성하여 현실과 가상의 영상을 함께 보여주는 컴퓨터 그래픽 기법이다[44]. 김윤지, 권순복 [17]은 증강현실이 현실 세계에 가상의 객체를 더해 제시하기 때문에 사용자의 거부감을 줄이며 몰입감을 높일 수 있다고 하였고, 배인호 등[45]은 사용자가 직접 증강현실을 조정할 수 있어 참여 동기가 유발되는 환경을 제공할 수 있다고 하였다.

가상현실과 증강현실을 이용한 중재의 특징은 [표 1]에 정리하였고, 연구참여자들의 TPO(Time post onset)의 평균과 표준편차가 논문에 직접 계산되어있지 않은 경우, 논문에 보고된 내용을 기반으로 연구자가 계산하였다.

2. 모바일 앱 기반 중재

스마트폰과 태블릿과 같은 모바일 기기의 사용이 늘면서 모바일 기반의 앱을 언어재활에 활용하려는 관심도 커졌다[46]. 태블릿은 합리적인 가격과 사용성, 휴대성 등의 특성을 가지며 고품질의 음성, 영상 등을 사용자가 언제 어디서나 재생할 수 있도록 하고[47], 사용자가 직접 터치와 내장 키보드로 조작할 수 있기 때문에 사용자 친화적이다[12]. Kurland 등[47]은 이러한 특성이 환자가 시간과 장소와 상관없이 독립적으로 중재를 시행하는 것을 가능케 하여, 교외지역에 살거나 병원으로부터 멀리 거주하는 환자들도 개인화된 다량의 재활 훈련을 받을 수 있게 한다고 하였다. 또한 Zhou[48] 등은 모바일 앱 기반 재활이 사용이 편리하고 환자가 부담해야 하는 비용이 상대적으로 낮아 접근성이 높기 때문에 의료 자원의 부족, 경제적 문제 또는 이동의 문제로 전문기관에서 치료를 받지 못하는 환자들에게 대안이 될 수 있다고 하였다. 모바일 앱을 이용한 중재의 특징은 [표 2]에 정리하였으며, [표 1]과 마찬가지로 TPO의 평균과 표준편차가 논문에 계산되어 있지 않은 경우 연구자가 직접 계산하였다.

3. 기술 기반 실어증 언어재활 콘텐츠의 특징

본 연구에서 다룬 선행 문헌에서 개발된 실어증 환자 대상 언어재활 콘텐츠의 특징은 크게 세 가지로 분류할 수 있었다.

3.1 재활 훈련 콘텐츠의 게이미피케이션(gamification)

가상현실, 증강현실, 모바일 앱으로 시행하는 언어재활 콘텐츠에 게임적 요소를 도입(gamification)하여 환자의 흥미를 높이고 참여도를 향상시키고자 한 연구들을 확인할 수 있었다.

1) VR/AR

Grechuta 등[21][22]은 뇌졸중 환자들의 운동 능력 재활을 위해 실어증 환자를 위한 재활 게임 시스템(Rehabilitation Gaming System for aphasia; RGSa)을 구현하였다. 이는 두 명의 환자가 마주보고 앉아 각자의 컴퓨터 화면을 바라본 상태로 헤드셋과 두 개의 움직임 감지 센서(Kinect2, Microsoft, USA)를 착용한 뒤,

가상현실 내에서 의사소통을 연습하는 과업으로 구성되어 있다. 가상현실에서 환자는 아바타로 구현되며, 환자의 팔 움직임은 실시간으로 아바타의 움직임과 연결되었다. 이 가상현실 시스템 안에서 두 환자는 물건이 놓인 책상을 사이에 두고 마주보고 앉아 한 환자가 상대방에게 책상 위에 놓인 3D로 구현된 물건 중 하나를 건네줄 것을 구두로 요청하면 상대 환자가 이 요청을 이해하고 건네줄 물건을 선택하는 과업을 시행하였다.

한 순서가 성공적으로 끝나면 요청한 물건과 건네준 물건이 일치했다는 긍정적 피드백과 함께, 목표 단어의 올바른 발음 소리가 제시되었고 환자는 점수를 획득하였다. 각 회기에서 환자에게 주어진 목표는 특정 개수의 물건을 모두 모으거나[21] 가능한 한 많은 수의 물건을 모으는 것[22]이었다. 중재 이후 재활 게임 시스템 시행 집단과 대조군 모두 언어능력이 향상하였으나, RGSa 집단이 대조군에 비해 Communicative Activity Log(CAL)에서 더 큰 향상을 보였다.

2) 모바일 앱

Fleming 등[28]은 게임개발회사 SoftV와 실어증 환자 집단의 협력 아래 구어 이해를 목적으로 하는 언어 재활훈련 앱 'Listen-in'을 개발하였다. 이 앱은 제시된 단어나 구, 문장을 듣고, 목표 단어에 해당하는 그림을 선택하는 과업을 제공하였는데, 이 때 음운적, 의미적 유사성 유무가 반영된 선택지들이 함께 제시되었다.

앱은 환자의 응답에 대해 정·오답의 피드백을 주었으며, 과업 시행 후 '미니 게임' 등을 통해 짧은 휴식을 제공하면서 환자의 참여도(engagement)를 향상시키고, 궁극적으로 'Listen-in' 앱을 더 긴 시간 사용할 수 있도록 하고자 하였다. 비록 CAT(Comprehensive Aphasia Test) 점수에는 유의한 변화가 없었지만, 학습한 단어에 대한 ACT(Auditory Comprehension Test) 점수는 'Listen-in' 앱을 통한 중재 이후 유의한 향상이 있었다.

표 1. VR/AR 기반 언어재활

Study	Study Design	TPO[month]	Diagnosis	Intensity	Task	Outcome Measure	Result
De Luca et al. (2021)[20]	Random assign to CG or EG	CG: 6±0.9 EG: 6±1.3	21 Broca 9 TCM	8 weeks; 3 days/wk; 45min	CG: CCT without VR EG: Cognitive Training by BTS-Nivana	ENPA subtests TT	EG improved more than CG in TT and some of ENPA subtests.
Grechuta et al. (2019) [21]	Parallel group RCT	CG: 58±52.0 EG: 61.7±46.9	17 nonfluent	8 weeks; 5 days/wk; 30-40min	CG: standard SLT EG: RGSa	BDAE CAL Vocabulary Test Interaction times	Both EG and CG significantly improved on BDAE and vocabulary test, but only EG showed gains on the CAL.
Grechuta et al. (2020) [22]	Longitudinal clinical study	69.9±48.7	10 nonfluent	2 months; 5 days/wk; 30-40min	RGSa	Vocabulary Test Interaction times	Participants showed gains in naming accuracy for all types of stimuli.
Giachero et al. (2020) [23]	Randomized controlled design	CG: 49.2±10.6 EG: 36.3±9.9	36 nonfluent	6 months; 2 days/wk; 2hr	CG: CT without VR EG: CT with VR	AAT CAPPa test	Both groups improved equally, but EG showed more cognitive and psychological improvements than CG.
Marshall et al. (2018) [24]	Repeated measures single case design	Study 1: 60 Study 2: 36	1 nonfluent 1 fluent	5 weeks; 4 times/wk; 1hr	Study 1: cued picture naming task and SFA Study 2: adapted version of VNeST	Study 1: Object Picture Naming, CADL-2 Study 2: SEP, OANB, Narrative Production, NAVS:ASPT, CADL-2	study 1 showed improvement on naming of treated words, but study 2 did not improved on SEP.
Marshall et al. (2020) [25]	Randomised waitlist controlled design	IG: median(IQR) = 48(29.8-85.3) DG: median(IQR) = 26.5(11.75-79)	28 aphasia	6 months; once in- 2 weeks	group discussion and projects in EVA Park	CADL-2 WAB-R	Participants did not show significant improvements among the outcome measures.
Carragher et al. (2021) [26]	A repeated-measures case series design	63.7±40.3	2 Broca 1 Anomia	5 weeks; 4 days/wk; 1hr	a verbal variant of Interactive Storytelling therapy	Content Story grammar PAS CADL-2	Participants showed improved content and structure, some in functional communication, but did not generalize to personal narrative.
Ryu et al. (2020) [16]	Multiple-baseline design across subject	16.5±10.1 ^a	3 Broca 2 Wernicke	7 weeks; 2-3 times/wk; 30min	sentence repetition with AR	Sentence-comprehension score Sentence repetition-score	Participants performed better in sentence comprehension and repetition with AR-based stimuli.
Kim and Kwon (2020) [17]	Multiple-baseline design	No info	3 Broca	2 months; total 20-sessions; 30min	Verb naming task with AR	Verb naming score TTR PK-WAB-R K-BNT	Participants improved on verb naming, TTR, language quotients.
Park et al. (2020) [27]	Treatment with control group	14.2±1.5	8 Broca 4 TCM	1 session	Verb naming task with AR	Correct response-score	Participants showed better performance to AR-based stimuli.

TPO(time post onset); CG(control group); EG(experimental group); BDAE(Boston Diagnostic Aphasia Examination); RGSa(rehabilitation gaming system for aphasia); CAL(Communicative Activity Log); CT(Conversational therapy); AAT(Aachen Aphasia Test); CAPPa test(Conversation Analysis Profile for People with Aphasia test); CCT(conventional speech and cognitive training);ENPA(Esame Neuropsicologico per l' Afasia); TT(Token test); SFA(Semantic Feature Analysis); VNeST(Verb Network Strengthening Treatment); CADL-2(Communication Activities of Daily Living-2); SEP(Sentence Elicitation Pictures); OANB(object and action naming battery); NAVS: ASPT (the Northwestern Assessment of Verb and Sentences: Argument Structure Production Test); WAB-R(Western Aphasia Battery-Revised); PAS(predicate argument structure); TTR(type-token ratio); PK-WAB-R(Paradise Korea-Western Aphasia Battery); TCM(transcortical motor aphasia)

[17]의 표 2-1에 기반하여 직접 계산하였음

표 2. 모바일 앱 기반 언어재활

Study	Study Design	TPO[month]	Diagnosis	Intensity	Task	Outcome Measure	Result
Lavoie et al. (2019)[12]	ABA design with multiple baselines	34.3±37.2	4 anomia	4 weeks; 4 times/wk; Weekly session with therapist	treatment based on SFA on iTSA	Percentage of anomia Number of correctly named items Number of correct answers	All participants showed improvements on trained words, two of them showed generalisation to conversation.
Fleming et al. (2021)[28]	Crossover randomised repeated measures design	76±59	35 aphasia	12 weeks; Daily	spoken word/phrase /sentence to picture matching task on Listen-in	ACT CAT	Participants showed significant improvement in ACT, but not in CAT.
Stark and Warburton (2018)[29]	Crossover design	45.4±24.7 ^a	7 expressive ^a	4 weeks; Everyday	reading, naming, comprehension, writing tasks on Language Therapy	CAT CTPD	Participants significant improved in CAT and CTPD after Language Therapy, but not after Bejeweled.
Lavoie et al. (2020)[30]	ABA design with multiple-baselines	7.4±3.6	3 lvPPA 2 svPPA	4 weeks; 4 times/wk; Weekly session with therapist	treatment based on SFA on iTSA	Percentage of anomia Number of correct answers	All participants showed improvements on treated words, three of them generalized to conversation.
Ballard et al. (2018) [31]	Multiple baselines across behaviors and participants designs	No info	2 anomia 3 Broca	4 weeks; 4 times/wk or 20 sessions/wk ;Weekly session with therapist	category, first letter, naming with automated feedback on correctness based on ASR	Word production-accuracy	All participants showed gains on word production accuracy.
Kurland et al. (2018) [32]	ABA design	29.3±37.1	6 anomia; 3 Broca; 1 conduction 1 global; 1 mixed transcortical; 2 optic; 2 TCS; 2 TCM; 3 Wernicke	6 months; 5-6 days/wk; Weekly session with therapist	recognizing, matching, and naming pictures tasks	Percent accuracy-on naming	All participants showed improvements during the intervention with severity moderating effects.
Laures-Gore et al. (2021)[33]	A non-concurrent multiple baseline	27.8±30.1	3 anomia 1 conduction	7-18 days; Daily	naming task with mental imagery	Naming accuracy-percentages BNT CCRSA	Two participants improved on naming, but the other two did not show any changes in naming accuracy.
Kiyani and Naz (2018) [34]	Pre and post test	No info	8 Broca	8 weeks; 4 days/wk with therapist; 30min/day self use	naming, reading, repetition	Pre and post-intervention scores	All participants showed gains in naming, reading and repetition skills.
Gallee et al. (2020) [35]	Pseudo-random assignment to trained or untrained group	11.1±9.2 [years]	4 anomia 1 Broca 1 TCM	10 weeks; At least once a day	category matching, feature matching, rhyming, syllable identification on Constant Therapy	Response latency Cue usage Task accuracy Trials per login BNT WAB-R	The group with systematic encouragement of therapist took more time to complete tasks and showed gains on assessments and enhanced independent engagement.
Meltzer et al.(2018)[36]	Randomized non-inferiority trial design	No info	6 anomia; 10 Broca; 7 conduction; 4 global; 2 Wernicke; 1 mixed transcortical; 11 CLCD	12 weeks; Weekly session with therapist; freely used as homework	speaking, listening, reading, writing, and cognitive skills exercises on TalkPath	WAB-AQ CLOT CETI CCRSA	Both IP and TR groups showed equal improvements, but only IP improved in CCRSA.

TPO(time post onset); SFA(Semantic Feature Analysis); BNT(Boston naming test); WAB-R(Western Aphasia Battery-Revised); ACT(Auditory Comprehension Test); CAT (Comprehensive Aphasia Test); CCRSA(Communication Confidence Rating Scale for Aphasia); CTPD(Cookie Theft Picture Description); CLQT(Cognitive Linguistic Quick Test); WAB-AQ(Western Aphasia Battery aphasia quotient); CETI(Communication Effectiveness Index); CLCD(Cognitive-linguistic communication disorder); PPA(primary progressive aphasia); TCS(transcortical sensory aphasia)
pilot 3명을 제외하고 계산하였음

3.2 재활 훈련 콘텐츠의 환자 맞춤형 개인화

한편, 환자 개개인의 상황과 능력에 따라 가상현실, 증강현실 또는 모바일 앱을 이용하여 개인화된 맞춤형 재활 훈련 콘텐츠를 제공하고자 한 연구들도 있었다.

1) VR/AR

Fleming 등[28]에서 제안한 언어재활 훈련 앱 'Listen-in'은 적응적 알고리즘(Adaptive algorithm)을 이용하여 과업의 난이도를 조절하였다. 알고리즘은 각 시행(challenge)의 난이도를 빈도, 언어 구조, 보기의 개수 등의 요소들에 기반 하여 0.1부터 1 사이의 점수로 분류하였다. 중재의 시작 단계에서 모든 환자들은 '쉬움' 단계의 단어들을 학습한 뒤 한 블록이 끝나면 성취도에 따라 난이도가 조정되었다. 한 블록에서 정확도가 70% 이상이면 난이도를 상향, 40-70% 이면 유지, 40% 이하이면 하향했고, 최고 난이도에 도달하면 중간 난이도로 내려간 후 새로운 단어를 학습했으며, 이것을 중재기간동안 반복하였다. Giachero 등[23]의 VR 기반 중재에서는 레스토랑, 슈퍼마켓, 놀이 공원 등과 같은 다양한 장소 상황이 구현되었는데, 각 장소는 다양한 영역의 인지 훈련을 포함하고 있다. 환자가 특정 시나리오를 선택한 횟수에 따라 훈련 난이도가 자동으로 조절되었는데, 예를 들어 동일 시나리오를 복수 번 선택한 경우 환자에게 주어지는 과업이 더 어려워지고, 요구되는 훈련의 횟수가 증가했다.

2) 모바일 앱

Lavoie 등[12][30]은 태블릿 기반 앱 'iTSA'를 이용한 중재에서 훈련 단어를 선정할 때 개인화를 시도하였다. 이 앱은 목표 단어 (예: 연필)와 의미적으로 관련된 단어 (예: 필기도구)를 떠올리게 하여 의미적 네트워크를 활성화시키는[49] 의미자질분석중재 (Semantic Feature Analysis:SFA)[50]에 기반 하여, 물건에 대한 의미적 질문에 답한 뒤 해당 물건의 이름을 말하는 과업을 제공하였다. 저자는 훈련 단어를 환자의 관심사 및 일상과 관련성이 높은 기능성 지향 단어(functionality-oriented vocabulary)와 관련성이 적은 비기능성 지향 단어(nonfunctionality-oriented vocabulary)로 나누어, 각 환자 별로 기능성 지향 단어를

선정하였고, 이에 해당하는 사진도 앱에 추가하였다. 환자들은 첫 회기에서 저자가 선정한 기능성 지향 단어들의 유용성을 평가하였고, 3점 이상을 받은 단어들을 기능성 지향 단어로 포함하여 중재를 시행하였다. 뇌졸중으로 인한 실어증(Post-stroke Aphasia) 환자와 원발진행성실어증(Primary Progressive Aphasia: PPA) 환자를 대상으로 중재를 진행하였을 때, 훈련한 단어에 대한 이름대기 수행에 있어 유의한 향상이 있었으며, 일상적 대화로의 일반화도 관찰되었다고 보고했다. 단어의 기능성에 따른 차이는 나타나지 않았으나, 저자는 일상적 대화에 훈련 단어의 일반화가 일어났다는 사실을 고려했을 때 환자 개개인의 상황에 맞춤형 단어(기능성 지향 단어)를 훈련 단어로 설정하는 의미가 있다고 제안하였다. 한편, Stark와 Warburton[29]가 사용한 Tactus Therapy Solution의 'Language Therapy' 앱도 Lavoie 등[12][30]의 'iTSA'와 마찬가지로 환자가 학습하고 싶은 단어나 사진을 직접 등록하여 사용할 수 있었고, 응답의 정답률이 높아지면 난이도가 자동으로 조정되었다. Ballard 등[31]도 언어재활 훈련 앱 'Word Trainer'를 이용한 중재에서 환자에게 개인화된 훈련 단어를 선정하였다. 환자들은 매주 치료사와의 회기에서 124개의 공통 단어에 대한 검사(probe)를 진행하였고, 이 중 가장 자주 틀린 20개의 단어에 기반 하여 개인화된 훈련 단어가 선정되었다. 환자가 특정 단어가 매우 쉽거나 어렵다고 제안할 경우 해당 단어를 제거하고 새로운 단어를 포함하여 진행하였으며, 중재를 진행하며 치료사는 환자가 숙달하였거나 지속적으로 실패하여 좌절감을 줄 수 있다고 판단한 단어를 원격으로 제거하였다.

한편, Kurland 등[32]은 'iBooks Author' 소프트웨어를 이용하여 각 환자마다 개인화된 대화형 학습 책을 제작하였다. 물체와 행동에 대한 단어들로 나눠 두 권을 제작하였고, 각 챕터는 하나의 단어를 학습하기 위한 것으로써 매 쪽마다 이름대기, 그림-단어, 단어-그림 연결하기, 의미적 질문에 답하기 등의 다양한 과업이 제시되었다. Laures-Gore 등[33]은 이름대기 과업에서 더 나아가 심상훈련(mental imagery)을 함께 제공하는 앱을 고안하였다. 앱 중재 시 초기 난이도는 환자의 기초선(Baseline)에서의 보스턴 이름대기 검사

(BNT, Boston Naming Test) 점수에 따라 결정되었다. BNT 점수가 30점 미만이면 훈련 자극을 높은 빈도의 단음절 또는 2음절로, 30점 이상이면 낮은 빈도의 다음절 단어로 배정하였고, 그 후 시험 회기를 진행하며 정확도가 너무 높거나 낮을 경우 연구자가 직접 난이도를 조정하였다.

3.3 일상적 의사소통 재활 환경 구현

특히 가상현실과 증강현실을 이용한 연구들 중에서는 언어 재활 콘텐츠 내에 일상적인 의사소통 환경을 구현하여, 환자가 실제 언어 사용 환경과 유사한 환경에서 보다 자연스럽게 대화를 연습할 수 있도록 하였다.

1) VR/AR

Giachero 등[23]은 Neuro VR 2.0 오픈소스 소프트웨어를 이용하여 가상환경을 구현하였다. 가상환경에는 호텔, 슈퍼마켓, 레스토랑, 놀이공원, 역 등의 일상적 장소에서의 상황(scenario)이 구현되었고, 각 장소의 상황과 맥락에 맞는 언어, 기억, 주의, 집행 능력 등의 다른 인지 훈련을 제공했다. 예를 들어 환자가 슈퍼마켓 상황을 고른 경우 점원에게 정보를 물어보고, 살 물건의 이름을 말하고, 물건을 계산하는 등의 과업을 진행했고, 여행 상황을 고른 경우 자신이 머물고 싶은 숙소를 고르고 그 이유를 설명하며 다른 환자들을 설득하는 등의 일상적인 의사소통을 연습하였다.

Marshall 등[24][25]과 Carragher 등[26]은 가상현실 기반의 가상세계인 'EVA Park'를 이용하여 중재를 진행하였다. EVA Park는 디자이너와 실어증 환자들의 공동설계(codesign)를 통해 만들어진 다중 사용자(multi-user) 가상세계이다[51]. 집, 레스토랑, 카페, 미용실, 바, 광장 등과 같은 일상적인 환경이 가상으로 구현되어 있어 환자들이 실제 의사소통이 필요한 환경과 유사한 상황에서 대화 연습을 할 수 있도록 하였고, 다양한 자연 환경 또는 언어, 로봇 등과 같은 비일상적 요소를 포함하여 사용자의 흥미를 유발하고 대화를 촉진시키고자 하였다. 사용자는 개인화된 아바타로 구현되며 이는 간단한 키보드와 마우스로 조작할 수 있었고, 헤드셋과 마이크를 이용하여 구두로 타 사용자와 의사소통하며 필요에 따라서는 타이핑한 메시지를 보

낼 수 있었다. 환자는 EVA Park에서 치료사와 언어재활을 시행할 뿐만 아니라 자율적으로 EVA Park 내 장소들을 탐방하며 다른 사용자와 대화를 나누거나, EVA Park 환경을 이용하여 미용실에서 머리를 잘라달라고 요청하거나, 레스토랑에서 음식을 주문하는 등의 역할극을 수행할 수 있었다.

4. 기술 기반 실어증 언어재활 콘텐츠의 활용방식

본 연구에 포함된 선행연구에서는 기술 기반 언어재활 콘텐츠를 다양한 방법으로 활용하였으며 이것을 다섯 가지로 분류할 수 있었다. 가상 현실 또는 증강 현실 기술에 기반한 재활 콘텐츠를 활용하는 연구에서는 주로 환자가 치료사와 함께 온라인 또는 오프라인 현장에서 함께 훈련을 진행하였고, 모바일 앱 기반 콘텐츠를 활용하는 연구의 경우 환자가 독립적으로 훈련을 수행하기도 하는 등 다양한 방식으로 콘텐츠가 훈련에 활용됨을 확인할 수 있었다[표 3].

4.1 치료사와 함께 훈련하는 것만 가능

첫 번째 유형은 환자가 중재 콘텐츠를 치료사와 함께 사용하는 것만 가능했던 경우로, 모두 가상현실 및 증강현실 기반의 중재 콘텐츠를 사용한 연구들이었다.

1) VR/AR

Grechuta 등[21][22]에서는 병동에서 치료보조사(therapy assistant) 한 명이 언어재활 훈련을 진행할 환자 두 명과 함께 VR 기반 실어증 환자를 위한 재활 게임 시스템(RGSa)를 이용해 중재를 진행했다. 두 환자는 서로 물건을 요청하고, 요청받은 물건을 건네주는 과업을 수행하였다. 치료사는 모든 회기를 감독하며 기술적 문제 또는 의사소통에 문제가 있는지 관찰하였으며, 언어재활이나 추가적인 서비스는 제공하지 않았다.

Giachero 등[23]은 Neuro VR을 이용하여 치료사 한 명과 세 명의 환자가 표정, 제스처, 그림 등 가능한 의사소통 자원을 모두 이용하여 대화하는 것을 목표로 하는 대화 치료(conversational therapy)[52][23]를 진행하였다. 환자들은 가상환경에서의 장소와 상황(scenario)을 함께 고르고, 가상환경에 대한 대화를 나눈 후 인지 훈련을 시행했다. 치료사는 이 과정에서 대

화가 잘 이루어지도록 환자의 응답을 이끌어내고 내용을 발전시켰으며, 환자가 단어 인출에 어려움을 겪을 경우 단서를 제공하기도 하였다. 환자는 스스로 가상환경을 조작할 수 없었고, 치료사에게 구두로 요청하면 치료사가 이에 따라 컴퓨터를 조작하는 방법으로만 가능하였다.

De Luca 등[20]은 운동기능과 인지재활을 위한 반몰입(semi-immersive) VR 기반 재활 프로그램 'BTS-Nirvana'(BTS Bioengineering Corp., Qunicy, USA)를 이용하여 중재를 시행하였다. 'BTS-Nirvana'는 환자의 움직임에 실시간으로 반응하고 시청각적 피드백을 제공하는 대화형 스크린이다. 환자는 스크린 속 물건을 움직이고 조작하거나 연관된 물건을 묶는 등의 상호작용을 할 수 있었고, 옆에 있는 치료사의 안내를 받아 음운적 및 의미적 과업, 쓰기, 형태학적·문법적 과업을 수행하였다.

한편, 류재경 등[16], 김윤지, 권순복[17]은 부산대학교 연구팀이 개발한 증강현실 기반 재활시스템 앱을 이용하여 중재를 시행하였다. 스마트폰 또는 태블릿의 카메라로 특정 마커를 비추면 방, 욕실, 거실, 부엌의 일상적 공간에서의 동작이 3D 영상이 애니메이션의 형태로 나타났고, 치료사와 환자가 1:1로 함께 앱을 사용하여 동사를 학습하였다. 류재경 등[16]에서는 해당 동사를 활용한 문장 따라 말하기, 김윤지, 권순복[17]에서는 동작 이름대기 과업을 진행하였으며, 환자가 인출에 어려움을 겪을 때 연구자가 단서를 제시하며 도움을 주었다.

4.2 치료사와 함께 훈련하고, 그 외 자유롭게 이용

두 번째 유형은 환자가 중재 콘텐츠를 치료사와 함께 사용한 후 이외 시간에는 혼자 자유롭게 이용이 가능했던 경우이다.

1) VR/AR

Marshall 등[24][25]과 Carragher 등[26]은 환자가 자택에서 컴퓨터로 가상세계 EVA Park에 접속하여 그곳에서 치료사와 재활을 진행할 수 있도록 하였고, 치료사와의 회기 외에도 환자가 자유롭게 접속하는 것을 허용하였다.

Marshall 등[24]에서는 치료사가 EVA Park 내 스크

린에 표와 그림을 제시하며 두 명의 환자에게 각각 단서 기반 이름대기 과업(cued naming task), SFA와 동사의미역강화중재(Verb Network Strengthening Treatment; VNeST)[53]를 시행하였고, 이후 환자가 EVA Park 내 일상 공간에서 학습한 단어를 자연스럽게 활용하는 일반화를 연습하도록 하였다. 환자들은 이외의 시간에도 EVA Park에 접속하여 다른 환자들과 의사소통 할 수 있었다.

더 나아가 Carragher 등[26]은 대화형 스토리텔링 치료(Interactive Storytelling Therapy)[54]를 EVA Park의 환경에 맞춰 진행하였다. 환자는 EVA Park 내 스크린에서 영상을 시청하고, 치료사와 함께 영상에 대한 이야기를 구성하였다. 한 주의 마지막 회기에는 환자가 영상을 시청하지 않은 자원봉사자에게 이 이야기를 구두로 설명하도록 하고, 자원봉사자와 환자는 질문을 주고받으며 의사소통하였다. 그 외 시간에도 환자는 자유롭게 EVA Park에 접속하여 다른 실어증 환자를 만나거나, 로봇 아바타에게 스토리텔링을 연습할 수 있었다.

EVA Park에서 그룹 치료를 기반으로 언어재활 중재를 시행한 연구들도 있었다. Marshall 등[25]은 환자의 웰빙과 성공적 의사소통을 목표로 진행자(coordinator)와 자원봉사자들, 6-9명의 환자들이 한 그룹을 이뤄 EVA Park에서 만나 중재를 함께 시행하는 방식을 제안하였다. '실어증 환자로 살아가는 것'과 같은 환자들의 공감대를 형성할 수 있는 주제 및 개인의 성격, 선호와 같이 다양한 의견을 나눌 수 있는 주제에 대해 대화를 나누며 성공적인 의사소통을 경험하도록 하고, 개개인의 강점(personal strength)을 활용할 수 있는 팀 프로젝트를 진행하였다. 진행자는 각 주제를 제시하고 그룹 구성원들의 역할과 순서를 정해주는 등의 활동을 이끌었고, 자원봉사자들은 그룹 활동에 참여하며 질문을 하거나 단서를 제시하며 환자들의 의사소통을 도왔다. 환자들은 치료사와의 회기 외의 시간에 독립적으로 접속하여 함께 EVA Park의 건강센터에서 훈련을 진행하는 등 그룹 간 사회적 연결을 도모할 수 있는 과업을 진행하였다.

표 3. 디지털 기술 기반 언어재활 콘텐츠의 활용방법의 특징과 시사점

		Study	Features	Implications
use with therapists	use during sessions with therapists	[16],[17],[20],[21],[22],[23],[27]	<ul style="list-style-type: none"> · Provides fun and entertaining therapy · Encourages practice of daily communication in real situations 	<ul style="list-style-type: none"> · Patients should visit rehabilitation for treatment
	use with therapists and have free access	[24],[25],[26],[34]		<ul style="list-style-type: none"> · Patients need apparatus when they train alone · Managing technology can be challenging for patients when they train alone
independent use by patients	self-administration with regular check-ups by therapist	[12],[30],[31],[32],[35]	<ul style="list-style-type: none"> · Increases accessibility to speech language therapy · Enables patients to stay at home and to manage treatment by themselves with regard to their status · Provides individualised therapy · Allows patients to conduct intensive therapy · Patients might need carer's help to conduct the treatment 	<ul style="list-style-type: none"> · Sessions with therapists help patients to maintain compliance
	self-administration without check-ups	[28],[29],[33]		<ul style="list-style-type: none"> · Patients cannot receive a feedback from therapists during training period
use as homework		[36]	<ul style="list-style-type: none"> · Provides individualised and intensive therapy in addition to sessions with therapists 	<ul style="list-style-type: none"> · Treatment should be easy and intuitive · Providing sufficient training or paper guide before the self-administered treatment is necessary · Need to provide patients with apparatus for treatment such as iPads or computers

2) 모바일 앱

한편, Kiyani와 Naz[34]는 이름 대기, 읽기, 따라 말하기 과업을 제공하는 스마트폰 기반 언어재활훈련 앱을 이용하여 중재를 시행하였다. 환자는 치료사와의 회기에서 함께 앱을 이용하여 언어재활 훈련을 수행하였고, 사용 방법을 학습한 이후에는 자택에서도 하루에 최소 30분씩 스스로 중재를 시행하도록 하였다.

4.3 환자의 독립적 훈련과 치료사의 정기적인 확인

세 번째 유형은 환자가 독립적으로 중재를 시행하고, 치료사와의 정기적인 확인 회기를 진행한 경우이며, 모두 모바일 앱을 활용한 연구였다.

1) 모바일 앱

Lavoie 등[12][30]의 태블릿 기반 언어재활 앱 'iTSA'를 이용한 중재에서 환자들은 앱을 이용하여 한 주에 4번씩 4주간 자가 중재를 시행하였다.

단어의 사진이 제시되면 단어와 관련한 의미적 질문에 예·아니요로 답하고 단어의 이름을 말하는 과업을 수행하였고, 해당 학습 내용과 녹음 파일, 사용 시간 등의 사용 기록은 태블릿 파일과 앱에 저장되었다. 환자의 능력에 따라 한 회기를 완수하는 시간에 차이가 있었고, 모든 과업을 한 번에 시행한 환자도 있었던 반면 하루에 한 회기를 두세 번에 나눠 진행한 환자도 있었다. 중재 진행 시 읽기의 어려움 또는 기술사용의 문제로 환자가 스스로 진행하기 어려울 경우, 가족의 도움을 받아 시행하였다. 각 주차의 중재가 끝나면 연구자가 환자의 자택에 방문하여 이름대기 능력을 측정하였고, [30]의 경우 이 때 환자의 상황에 따라 재활 훈련의 내용을 조정하기도 하였다.

Gallee 등[35]은 환자들에게 태블릿을 제공하여 언어재활 앱 'Constant Therapy'(Constant Therapy, Inc., Newton, MA, USA)를 이용한 중재를 시행하였다. 앱은 카테고리 찾기(category matching), 특징 연결하기(feature matching), 운 맞추기(rhyming), 음

절 확인하기(syllable identification) 의 과업을 포함하였고, 정·오답에 대한 피드백을 제공하였다. 환자는 적어도 하루에 한 번 독립적으로 중재를 수행하였으며, 중재를 시행하는 동안 로그인 횟수, 응답 정확도, 응답 지연 시간, 단서 사용 개수 등이 앱에 기록되었다. 대면 치료 시 치료사는 로그인의 빈도에 따라 피드백을 제공하고 독립적인 앱 사용에 어려움이 있었는지 확인하였다. 특히, 처치집단에 배정된 환자에게는 단서에 의존하지 않고 자체 노력을 통해 단어 인출을 시도하도록 안내하는 피드백을 제공하였다.

Kurland 등[32]은 'iBooks'를 이용하여 환자에 맞춰 제작한 대화형 언어학습 책을 치료사의 감독 없이 스스로 학습하되 주간 원격 진료를 받도록 하였다. 자가 학습 시 잘못된 발화 생성을 최소화하기 위해 불확실한 요소가 있을 때에는 발음 영상을 참고할 것을 권장하였고, 입기에 문제가 생기는 경우 쓰여진 글자를 발음 소리로 바꾸어주는 TTS(text-to-speech)기능을 사용하도록 안내하였다. 환자는 한 주에 5-6일, 하루에 최소 20분 이상 중재를 시행하도록 요청받았으며, 대부분 독립적으로 중재를 시행할 수 있었고, 불가능한 경우 도움을 받아 진행하였다. 'iBooks' 앱은 앱 사용기록을 자동으로 추적하지 않았기 때문에 환자가 직접 사용한 시간을 기록하여 치료사와의 주간 원격 진료 시 보고하였다. 이 회기에서는 치료 충실도(compliance)를 확인하고 환자가 기술적인 문제를 겪고 있는지, 기기 사용에 편안함을 느끼고 있는지 여부를 확인하였다. 또한 한 달에 한 번 환자가 병원을 방문하여 검사를 수행하였고, 필요 시 언어치료사가 환자의 자택에 방문하여 기술적 문제를 해결하기도 하였다.

Ballard 등[31]은 자동 음성 인식(Automatic Speech Recognition:ASR) 소프트웨어를 이용한 앱 'Word Trainer'를 이용하여 환자가 거의 독립적으로(near-independent) 진행할 수 있는 중재를 시행하였다. 환자는 이름대기 과업을 진행하며 녹음 버튼을 눌러 자신의 응답을 녹음하였고, 음성 인식 소프트웨어가 정답 여부를 판단하여 피드백을 제공하였다. 환자의 모든 녹음들, 시도한 단어, 정·오답, 사용 시간 등의 앱 사용 기록은 서버에 저장되어 치료사들이 확인할 수 있었다. 치료사는 학습 기록을 보고 환자의 수준에 맞게 훈

련 단어 목록을 수정할 수 있었고, 환자가 3일 이상 앱에 접속하지 않으면 치료사가 도움 필요 여부를 확인하기 위해 환자에게 연락을 취하였다. 환자는 자택에서 독립적으로 하루에 한 시간씩 4일, 또는 개인의 일정에 맞추어 한 주에 20회의 중재를 시행하였고, 매주 대면 또는 Skype로 치료사와의 면대면 회기가 진행되었다. 이때는 검사(experimental probe)를 진행하고, 단어를 학습하며 더 자세한 피드백을 제공하였다.

4.4 치료사의 확인 없는 환자의 독립적 사용

네 번째 유형은 치료사의 확인 없이 환자가 특정 기간동안 독립적으로 중재를 시행한 경우이며, 모두 모바일 앱을 활용한 연구였다.

1) 모바일 앱

Fleming 등[28]은 환자에게 태블릿과 헤드폰을 제공하고 12주간 독립적으로 언어재활 앱 'Listen-in'을 사용하게 하였다. 앱은 단어/구/문장을 듣고 그에 해당하는 그림을 선택하는 과업으로 구성되어 있다. 총 100시간의 투여를 목표로 하루에 약 80분까지 사용할 수 있었고, 환자의 생활습관에 따라 각자가 원하는 시간에 자유롭게 사용할 수 있어 한 번에 모든 과업을 수행하거나, 여러 번으로 나누어 진행할 수 있었다. 앱을 사용한 시간과 과업의 정확도 등의 앱 사용 기록은 연구자가 원격으로 확인할 수 있어 환자가 며칠 간 요구된 투여량보다 적게 사용했을 경우 환자에게 연락하여 목표 투여량을 맞추도록 안내했다. 환자의 간병인 또는 가족은 중재 중 기술 지원 외의 도움을 제공하지 않았다.

Stark와 Warburton[29]은 모든 환자들에게 태블릿을 제공하고 Tactus Therapy Solution의 언어재활 앱 'Language Therapy'를 4주간 스스로 사용하게 하였다. 앱은 각각 의미적, 음운적 훈련이 있는 읽기, 이름대기, 이해, 쓰기 네 가지 영역의 과업을 제공하였고, 환자는 이 중 학습할 영역과 양을 스스로 선택하였다. 앱은 정·오답에 대한 피드백을 제공하였으며, 사용자가 완료한 과업의 개수와 종류, 정확도 등의 사용 기록이 앱에 자동으로 저장되었고, 와이파이에 연결되어 있을 경우 치료사에게 메일로 전송되었다. 그러나 사용시간은 기록이 되지 않아 중재 후 환자 인터뷰를 통해 투여

량을 확인하였고 모든 환자는 권장 투여량인 20분 이상 사용했다고 응답하였다. 참여한 환자의 70%가 이전에 태블릿을 사용해 본 적이 없었지만 환자들은 모두 가족의 도움 없이 스스로 앱을 이용했고, 일 20분 이상의 권장 투여량을 충족하였다.

Laures-Gore 등[33]은 환자들에게 언어재활훈련과 심상훈련(mental imagery)을 함께 제공하는 앱이 설치된 태블릿을 제공하여 환자가 스스로 중재를 시행하도록 하였다. 환자는 재활 훈련을 시작하기 전 5분간 심상훈련을 하며 자신이 이름대기 과업을 쉽고 자신감 있게 완료하는 모습을 상상한 후, 이름대기 과업을 진행하였다. 사진이 제시되면 이름을 소리 내어 말하는 것을 녹음하였는데, 이 때 정·오답에 대한 피드백은 제공되지 않았고, 하루에 한 번씩 연구자가 직접 앱에 기록된 응답을 듣고 정·오답을 판별하였다. 환자들은 하루에 20개의 단어를 훈련했고, 일중효과(time of day effect)를 피하기 위해 하루 중 같은 시간에 할 것을 요청받았다.

4.5 치료사와의 치료회기에 대한 숙제로 활용

다섯 번째 유형은 치료사와의 언어재활 회기에 대한 개인 별 숙제로서 활용한 경우이며, 모바일 앱을 활용한 연구였다.

1) 모바일 앱

Meltzer 등[36]에서는 환자가 치료사와의 면대면 언어재활 훈련을 수행한 뒤 이에 대한 숙제를 독립적으로 시행하였다. 치료사와의 회기는 별도의 의사소통 파트너와 함께 주 1회, 대면 또는 비대면으로 시행하였고, 자연스러운 대화를 하며 환자에게 말 또는 글로 된 피드백을 제공하는 구조화된 대화연습을 시행하였다. 이에 대한 숙제로 일부 환자는 언어재활 앱 'TalkPath' (Lingraphica Inc., Princeton, NJ, USA)[55]를 사용했고, 결함이 심하지 않은 환자는 앱 외의 다른 언어 훈련을 시행하였다. 'TalkPath'는 말하기, 듣기, 읽기, 쓰기 과업과 기억과 같은 준언어적(paralinguistic) 인지 능력 훈련을 제공하였다. 앱 사용 기록은 소프트웨어에 저장되었으며 치료사는 원격으로 훈련 진행 정도를 확인하고 충실도가 잘 지켜지지 않는 경우 등에 환

자에게 연락을 취하였다.

IV. 결론 및 제언

디지털 기술의 비약적인 발전에 따라 언어재활 콘텐츠에 기술을 융합한 다수의 연구들이 등장하고 있으며, 선행 문헌 연구에서도 효과성이 입증된 바 있다 [15][19][37][38]. 이는 지금까지 주로 시행되어 온 언어재활치료 방식의 한계점을 보완하고 치료의 효율성과 접근성을 높일 수 있는 수단이 될 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서는 다양한 기술 중에서도 VR, AR, 모바일 앱 기반 기술을 기반으로 제안된 실어증 언어재활 연구의 특징과 향후 기술 기반 언어재활 콘텐츠에의 시사점을 제공하고자 2018년부터 2021년에 출판된 최근 20편의 논문에 대한 주제범위 문헌 고찰을 시행하였다.

본 연구에서 다룬 VR, AR기반 중재 연구들에서는 치료사와 환자가 직접 대면하거나 비대면 환경 (예: EVA Park)에서 만나 재활 훈련을 진행하였다. 해당 연구들은 VR, AR을 이용한 새롭고 흥미로운 재활 훈련 콘텐츠로 인해 환자가 재미를 느끼고 집중하였으며 [16][24], 자존감과 기분 상태에 긍정적인 효과를 줄 수 있었다고 제안했다[23]. 특히, 비대면으로 중재를 진행한 경우 [12][24][28][29] 환자가 병원에 방문하지 않고 자택에서 중재를 진행함으로써 환자의 치료 접근성을 한층 개선시켰다. 이를 통해 기술 기반 재활 콘텐츠를 실제 의료 현장에 적용하는 것에 대한 긍정적 가능성을 시사하고 있다. 특히, 코로나바이러스 감염증-19로 인한 팬데믹 상황에서 비대면으로 재활 훈련 콘텐츠를 전달할 효율적인 방식의 필요성이 대두되고, 코로나 이후의 시기에도 비대면 활동이 어느 정도 유지될 것으로 예측되는 현 시점에서 [56], 이러한 기술을 이용한 원격, 비대면 재활 훈련 콘텐츠는 적절한 대안으로 고려될 수 있을 것이라 기대된다.

한편, 본 연구에서 다룬 모바일 앱 기반 중재 연구는 대부분 치료사 없이, 또는 치료사에게 정기적인 확인만 받고 환자가 독립적으로 중재를 시행하는 방식을 취하였다. 이러한 자가 투여(self-administration)는 환자

가 중재를 시행할 장소, 시간, 양을 스스로 결정할 수 있어 자신의 치료에 주도적인 역할을 할 수 있으며 [29][57] 개인의 체력과 상황에 맞춰 훈련을 나누어 진행하도록 할 수 있다[12]. 또한, 스스로 높은 강도의 훈련을 반복적으로 수행할 수 있기에 신경가소성의 주요한 원리인 강도와 반복을 적은 비용으로 달성할 수 있어[12][58], 만성기 환자의 장기적인 재활에 유의미한 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다[29].

문헌 고찰을 바탕으로 종합된 기술 기반 실어증 언어 재활훈련의 후속 연구를 위한 제언은 다음과 같다.

첫째, 환자가 독립적으로 시행하는 중재의 경우, 환자의 충실도(compliance)를 적절히 유지 시킬 수 있는 설계가 필요하다. Kurland 등[47]은 충실도에 중요한 요인은 환자의 나이나 중증도, 또는 기술을 사용해 본 경험이라기보다 기술을 사용하고자 하는 동기(motivation)와 사용 방법에 대한 적절한 훈련이라고 제안하며, 환자의 능력에 맞춘 개인화된 과업의 중요성을 언급하였다. 따라서 환자가 독립적으로 중재를 시행하도록 중재 방식을 디자인하더라도 과업의 난이도와 훈련 단어는 환자의 언어능력 향상 정도에 맞추어 갱신되어야 할 것이다. 기존의 언어재활에서는 치료사가 재활 회기동안 환자의 특성에 따라 실시간으로 난이도와 단어 종류를 조정하며 회기를 진행할 수 있었지만, 기술 기반 재활 훈련의 경우 치료사와 환자가 비동시적으로 중재에 관여하는 경우가 많기 때문에 환자의 반응과 수준을 재활 내용에 즉시 반영하기 어려운 경우가 많다. 치료사가 중재 사전에 훈련 단어를 환자에 맞추어 직접 선택하는 방식이 최근 기술 기반 연구에서도 자주 활용되어 왔으나[27][30-33] 이는 치료사의 추가적인 시간 투자가 필요한 방식으로, 실제 임상 현장에서는 한정된 시간으로 인해 시행에 어려움이 생길 수도 있다 [12]. 이를 고려해볼 때, 환자의 중증도, 증상, 나이, 직업, 실시간 과업 수행 정도 등에 기반 하여 자동으로 난이도와 훈련 단어 등을 추천해주는 시스템이 후행 연구에서 탐구된다면, 독립적으로 중재를 시행하더라도 환자의 흥미를 유지하는 데 도움이 될 수 있을 것이라 제안한다.

둘째, 실어증 발병 연령의 다수를 차지하는 고령의 환자 집단이 기술 기반의 재활 훈련에 잘 참여할 수 있

도록 적절한 기술적 안내를 제공하고 디지털 기기에 대한 능숙도를 높일 수 있도록 해야 한다[32]. 본 연구에서 다른 연구들 중 몇몇 연구에서는 환자들에게 사용법을 설명하는 훈련 회기를 따로 진행하고, 나중에 환자가 참고할 수 있도록 종이로 된 가이드북을 제공하였다고 보고하였다[12][29][30][35]. 환자를 모집하는 단계에서부터 기술적 능숙성에 대한 사전 평가를 도입한 연구도 있었으며[25], 일부 연구에서는 환자들이 독립적으로 중재를 시행할 때 스스로 기기를 조작할 수 없는 상황에서는 가족의 도움을 받아 진행하도록 하였다 [12][28][29][32]. 이는 기술 기반의 실어증 중재 연구에서 환자들이 중재 기반 기술의 사용법을 잘 이해할 수 있도록 안내하는 방법과 프로그램 사용성에 대한 고려가 프로토콜 계획 초기 단계부터 이루어져야 함을 시사한다. 실어증 환자가 기술 콘텐츠를 쉽게 이용할 수 있도록 소프트웨어와 기기의 인터페이스를 직관적으로 디자인하거나, 중재를 시행하기 전에 충분한 정도의 적절한 연습 과업을 함께 제공하고[30], 환자가 가족이나 치료사의 도움을 받을 수 없는 상황이라도 언제든지 참고할 수 있는 종이나 음성 언어로 된 자료를 따로 제공하는 것 등이 그 구체적 방안이 될 수 있을 것이다.

셋째, 기술 기반의 중재 방식은 기기への 의존성이 높기 때문에 환자가 기기를 직접 소유하고 있지 않은 경우 기기 대여 방안 및 비용이 고려되어야 하며 [28][29], 기기의 기술적 문제로 인해 중재를 완수하지 못하는 경우가 생기지 않도록 각별히 주의해야한다. 특히 VR, AR 및 앱 기술 기반 중재에서는 컴퓨터, 태블릿, 스마트폰 등의 앱을 구동할 수 있는 기기나 가상현실 경험을 가능케 하는 기기 환경 조성이 필수적이다. Marshall 등[25]에서는 일부 환자들이 EVA Park를 구동할 수 있는 사양의 컴퓨터를 소유하고 있지 않아 컴퓨터를 대여하였고, Carragher 등[26]에서는 연구 팀이 직접 환자의 자택에 방문하여 컴퓨터를 설치하기도 하였다. Lavoie 등[12]은 환자가 단어 학습을 완료하기 전 앱이 강제로 종료되어 전체 회기를 완수하지 못한 환자의 사례를 보고하였고, VR 기반 중재 EVA Park를 시행한 Carragher 등[26]은 화면이 멈추거나 소리가 들리지 않는 등의 기술적 문제 발생을 보고하였다. 이들은 이러한 기술적 문제가 생길 경우 치료사가 전화로

해결책을 설명해 주거나 원격 제어 소프트웨어를 통해 직접 해결에 도움을 줄 수 있도록 하였다. 이처럼 기술적 문제가 생겼을 때 환자가 증재를 정상적으로 끝마칠 수 있도록 대응방식을 사전에 구축하는 것이 필요하다고 제안한다.

마지막으로, 치료사가 진행하는 대면 회기와 기술 기반 재활 훈련을 같이 활용할 수 있는 방안에 대해 다양한 관점에서의 고찰과 제안이 필요할 것이라 사료된다. 본 연구에서 살펴본 선행연구들에서는 치료사와의 대면 치료 시 치료사가 VR, AR 등을 활용하여 환자의 흥미를 유발하거나[16][20][22][23], 환자가 독립적으로 증재를 시행하고 치료사는 이를 모니터링하며 피드백을 주거나 과업을 수정하는 역할을 수행하였다[30-32][35]. Meltzer 등[36]은 치료에 대한 환자의 수요에 비해 치료사의 수가 부족한 상황을 고려하였을 때, 기술 기반 재활 훈련을 도입하여 반복적인 훈련은 환자가 스스로 진행하고, 치료사는 모니터링 및 효과적인 재활 훈련 계획을 수립하는 역할을 수행한다면 더 많은 환자에게 재활 훈련의 기회를 제공할 수 있을 것이라고 제안하였다. 이처럼 기술을 현행 언어재활 방식에 적절히 활용하여 치료사의 시간을 효율적으로 분배하고 더 많은 환자를 만날 수 있는 방법에 대한 고찰이 필요할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] H. P. Ora, M. Kirness, M. C. Brady, I. Partee, R. B. Hognestad, B. B. Johannessen, B. Thommessen, and F. Becker, "The effect of augmented speech-language therapy delivered by telerehabilitation on poststroke aphasia—a pilot randomized controlled trial," *Clinical Rehabilitation*, Vol.34, No.3, pp.369-381, 2020.
- [2] C. Code and M. Herrmann, "The relevance of emotional and psychosocial factors in aphasia to rehabilitation," *Neuropsychological Rehabilitation*, Vol.13, No.1-2, pp.109-132, 2003.
- [3] M. C. Brady, H. Kelly, J. Godwin, P. Enderby, and P. Campbell, "Speech and language therapy for aphasia following stroke," *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No.6, p.CD000425, 2016.
- [4] A. C. Laska, A. Hellblom, V. Murray, T. Kahan, and M. V. Arbin, "Aphasia in acute stroke and relation to outcome," *Journal of internal medicine*, Vol.249, No.5, pp.413-422, 2001.
- [5] Y. Cao, X. Huang, B. Zhang, G. S. Kranz, D. Zhang, X. Li, J. Chang, "Effects of virtual reality in post-stroke aphasia: a systematic review and meta-analysis," *Neurological Sciences*, Vol.42, No.12, pp.5249-5259, 2021.
- [6] J. M. Ferro, G. Mariano, and S. Madureira, "Recovery from aphasia and neglect," *Cerebrovascular diseases*, Vol.9, No.Suppl. 5, pp.6-22, 1999.
- [7] P. M. Pedersen, H. S. Jørgensen, H. Nakayama, H. O. Raaschou, and T. S. Olsen, "Aphasia in acute stroke: incidence, determinants, and recovery," *Annals of Neurology: Official Journal of the American Neurological Association and the Child Neurology Society*, Vol.38, No.4, pp.659-666, 1995.
- [8] 김향희, 이현정, 김덕용, 허지희, 김용욱, "실어증 선별 검사 도구개발을 위한 예비연구," *음성과학*, 제13권, 제2호, pp.7-18, 2006.
- [9] 전중선, "뇌졸중의 전문적 재활치료에 대하여," *간호학 탐구*, 제7권, 제1호, pp.43-63, 1998.
- [10] D. Saur, R. Lange, A. Baumgaertner, V. Schraknepper, K. Willmes, M. Rijntjes and C. Weiller, "Dynamics of language reorganization after stroke," *Brain*, Vol.129, No.Pt 6, pp.1371-1384, 2006.
- [11] 유영진, 김효정, "실어증 환자를 위한 통합적 의사소통 훈련 프로그램의 효과," *언어치료연구*, 제31권, 제1호, pp.31-38, 2022.
- [12] M. Lavoie, N. Bier, and J. Macoir, "Efficacy of a self-administered treatment using a smart tablet to improve functional vocabulary in post-stroke aphasia: a case-series study," *International Journal of Language & Communication Disorders*, Vol.54, No.2, pp.249-264, 2019.
- [13] 윤유동, 남기춘, 편성범, 배소영, 임희석, "실어증 환자를 위한 온라인 언어 재활 훈련 및 진단 시스템 개발," *한국컴퓨터교육학회 학술발표대회논문집*, 제19권, 제2호, pp.167-170, 2015.

- [14] 윤유동, 임희석, “온라인 언어 재활 훈련 및 진단 시스템 개발 : 실어증을 중심으로,” Annual Conference on Human and Language Technology, pp.151-154, 2015.
- [15] M. Lavoie, J. Macoir, and N. Bier, “Effectiveness of technologies in the treatment of post-stroke anomia: A systematic review,” *Journal of Communication Disorders*, Vol.65, pp.43-53, 2017.
- [16] 류재경, 권순복, 박희준, “증강현실 기반 언어중재가 실어증 환자의 문장이해와 따라말하기 능력에 미치는 효과,” *특수교육재활과학연구*, 제59권, 제2호, pp.227-250, 2020.
- [17] 김윤지, 권순복, “증강현실 기반 언어중재가 브로카 실어증 환자의 동사 이름대기 능력에 미치는 효과,” *특수교육재활과학연구*, 제59권, 1호, pp.245-263, 2020.
- [18] 이택균, “소셜미디어 데이터에 기반한 디지털 헬스케어 연구 동향,” *한국콘텐츠학회논문지*, 제20권, 제3호, pp.515-526, 2020.
- [19] M. J. Choi, H. Kim, H. W. Nah, and D. W. Kang, “Digital Therapeutics: Emerging New Therapy for Neurologic Deficits after Stroke,” *J Stroke*, Vol.21, No.3, pp.242-258, 2019.
- [20] R. De Luca, S. Leonardi, G. Maresca, F. C. Marilena, D. Latella, F. Impellizzeri, M. G. Maggio, A. Naro and R. S. Calabrò, “Virtual reality as a new tool for the rehabilitation of post-stroke patients with chronic aphasia: an exploratory study,” *Aphasiology*, pp.1-11, 2021.
- [21] K. Grechuta, B. R. Ballester, R. E. Munne, T. U. Bernal, B. M. Hervás, B. Mohr, F. Pulvermüller, R. San Segundo, and P. Verschure, “Augmented Dyadic Therapy Boosts Recovery of Language Function in Patients With Nonfluent Aphasia,” *Stroke*, Vol.50, No.5, pp.1270-1274, 2019.
- [22] K. Grechuta, B. R. Ballester, R. E. Munné, T. U. Bernal, B. M. Hervás, B. Mohr, F. Pulvermüller, R. M. San Segundo, and P. F. Verschure, “Multisensory cueing facilitates naming in aphasia,” *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation*, Vol.17, No.1, pp.1-11, 2020.
- [23] A. Giachero, M. Calati, L. Pia, L. La Vista, M. Molo, C. Rugiero, C. Fornaro and P. Marangolo, “Conversational Therapy through Semi-Immersive Virtual Reality Environments for Language Recovery and Psychological Well-Being in Post Stroke Aphasia,” *Behavioural Neurology*, Vol.2020, pp.1-15, 2020.
- [24] J. Marshall, N. Devane, L. Edmonds, R. Talbot, S. Wilson, C. Woolf and N. Zwart, “Delivering word retrieval therapies for people with aphasia in a virtual communication environment,” *Aphasiology*, Vol.32, No.9, pp.1054-1074, 2018.
- [25] J. Marshall, N. Devane, R. Talbot, A. Cauté, M. Cruice, K. Hilari, G. MacKenzie, K. Maguire, A. Patel, A. Roper and S. Wilson, “A randomised trial of social support group intervention for people with aphasia: A Novel application of virtual reality,” *PLoS One*, Vol.15, No.9, p. e0239715, 2020.
- [26] M. Carragher, G. Steel, R. Talbot, N. Devane, M. L. Rose, and J. Marshall, “Adapting therapy for a new world: storytelling therapy in EVA Park,” *Aphasiology*, Vol.35, No.5, pp.704-729, 2020.
- [27] 박희준, 오초롱, 권순복, “증강현실 콘텐츠가 실어증 환자의 동사 산출에 미치는 영향,” *언어치료연구*, 제29권, 제3호, pp.27-35, 2020.
- [28] V. Fleming, S. Brownsett, A. Krason, M. A. Maegli, H. Coley-Fisher, Y.-H. Ong, D. Nardo, R. Leach, D. Howard, H. Robson, E. Warburton, J. Ashburner, C. J. Price, J. T. Crinion and A. P. Leff, “Efficacy of spoken word comprehension therapy in patients with chronic aphasia: a cross-over randomised controlled trial with structural imaging,” *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, Vol.92, No.4, pp.418-424, 2020.
- [29] B. C. Stark and E. A. Warburton, “Improved language in chronic aphasia after self-delivered iPad speech therapy,” *Neuropsychological Rehabilitation*, Vol.28, No.5, pp.818-831, 2018.
- [30] M. Lavoie, N. Bier, R. Laforce, Jr., and J. Macoir, “Improvement in functional vocabulary and generalization to conversation following a

- self-administered treatment using a smart tablet in primary progressive aphasia,” *Neuropsychological Rehabilitation*, Vol.30, No.7, pp.1224-1254, 2020.
- [31] K. J. Ballard, N. M. Etter, S. Shen, P. Monroe, and C. Tien Tan, “Feasibility of Automatic Speech Recognition for Providing Feedback During Tablet-Based Treatment for Apraxia of Speech Plus Aphasia,” *American Journal of Speech-Language Pathology*, Vol.28, No.2S, pp.818-834, 2019.
- [32] J. Kurland, A. Liu, and P. Stokes, “Effects of a Tablet-Based Home Practice Program With Telepractice on Treatment Outcomes in Chronic Aphasia,” *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Vol.61, No.5, pp.1140-1156, 2018.
- [33] J. Laures-Gore, M. Stache, E. Moore, and C. Tullis, “App-based data collection, mental imagery, and naming performance in adults with aphasia,” *Complementary Therapies in Clinical Practice*, Vol.44, p. 101422, 2021.
- [34] H. S. Kiyani and S. Naz. “Development of naming, reading and imitation skills management programme for patients with broca's aphasia.” *Khyber medical university journal*, Vol.10, No.3, pp.127-130, 2018.
- [35] J. Gallee, R. Pittmann, S. Pennington, and S. Vallila-Rohter, “The Application of Lexical Retrieval Training in Tablet-Based Speech-Language Intervention,” *Frontiers in Neurology*, Vol.11, p. 583246, 2020.
- [36] J. A. Meltzer, A. J. Baird, R. D. Steele, and S. J. Harvey, “Computer-based treatment of poststroke language disorders: a non-inferiority study of telerehabilitation compared to in-person service delivery,” *Aphasiology*, Vol.32, No.3, pp.290-311, 2017.
- [37] C. Repetto, M. P. Paolillo, C. Tuena, F. Bellinzona, and G. Riva, “Innovative technology-based interventions in aphasia rehabilitation: a systematic review,” *Aphasiology*, Vol.35, No.12, pp.1623-1646, 2020.
- [38] C. Picano, A. Quadrini, F. Pisano, and P. Marangolo, “Adjunctive approaches to aphasia rehabilitation: a review on efficacy and safety,” *Brain sciences*, Vol.11, No.1, p.41, 2021.
- [39] H. Arksey, and L. O'Malley, “Scoping studies: towards a methodological framework. *International journal of social research methodology*,” Vol.8, No.1, pp.19-32, 2005.
- [40] G. Tieri, G. Morone, S. Paolucci, and M. Iosa, “Virtual reality in cognitive and motor rehabilitation: facts, fiction and fallacies,” *Expert Review of Medical Devices*, Vol.15, No.2, pp.107-117, 2018.
- [41] G. Riva, V. Mancuso, S. Cavedoni, and C. Stramba-Badiale, “Virtual reality in neurorehabilitation: a review of its effects on multiple cognitive domains,” *Expert Review of Medical Devices*, Vol.17, No.10, pp.1035-1061, 2020.
- [42] Y. Liu, W. Tan, C. Chen, C. Liu, J. Yang, and Y. Zhang, “A Review of the Application of Virtual Reality Technology in the Diagnosis and Treatment of Cognitive Impairment,” *Frontiers in Aging Neuroscience*, Vol.11, p. 280, 2019.
- [43] J. Marshall, T. Booth, N. Devane, J. Galliers, H. Greenwood, K. Hilari, R. Talbot, S. Wilson and C. Woolf, “Evaluating the Benefits of Aphasia Intervention Delivered in Virtual Reality: Results of a Quasi-Randomised Study,” *PLoS One*, Vol.11, No.8, p. e0160381, 2016.
- [44] 김영익, 권순복, 권순우, 팽재숙, “증강현실 기반의 언어중재가 자폐성장애 아동의 언어습득과 주의집중에 미치는 효과,” *특수교육재활과학연구*, 제57권, 제2호, pp.149-173, 2018.
- [45] 배인호, 박희준, 김근효, 권순복, “증강현실기반 언어 치료 프로그램의 교육적 적용,” *언어치료연구*, 제23권, 제2호, pp.139-152, 2014.
- [46] G. Szabo and J. Dittelman, “Using mobile technology with individuals with aphasia: native iPad features and everyday apps,” *Seminars in Speech and Language*, Vol.35, No.1, pp.5-16, 2014.
- [47] J. Kurland, A. R. Wilkins, and P. Stokes,

“iPractice: piloting the effectiveness of a tablet-based home practice program in aphasia treatment,” *Seminars in Speech and Language*, Vol.35, No.1, pp.51-63, 2014.

[48] X. Zhou, M. Du, and L. Zhou, “Use of mobile applications in post-stroke rehabilitation: a systematic review,” *Topics in Stroke Rehabilitation*, Vol.25, No.7, pp.489-499, 2018.

[49] 오세진, 엄보라, 박채원, 성지은, “실어증 환자를 위한 의미자질 이름대기 중재 효과에 대한 메타 분석” *Communication Sciences & Disorders*, 제21권, 제2호, pp.310-323, 2016.

[50] M. Boyle and C. A. Coelho, “Application of semantic feature analysis as a treatment for aphasic dysnomia,” *American Journal of Speech-Language Pathology*, Vol.4, No.4, pp.94-98, 1995.

[51] S. Wilson, A. Roper, J. Marshall, J. Galliers, N. Devane, T. Booth and C. Woolf, “Codesign for people with aphasia through tangible design languages,” *CoDesign*, Vol.11, No.1, pp.21-34, 2015.

[52] P. Marangolo, V. Fiori, C. Caltagirone, and A. Marini, “How Conversational Therapy influences language recovery in chronic non-fluent aphasia,” *Neuropsychological Rehabilitation*, Vol.23, No.5, pp.715-731, 2013.

[53] L. A. Edmonds, K. Mammino, and J. Ojeda, “Effect of Verb Network Strengthening Treatment (VNeST) in persons with aphasia: extension and replication of previous findings,” *American Journal of Speech-Language Pathology*, Vol.23, No.2, pp.S312-S329, 2014.

[54] M. Carragher, K. Sage, and P. Conroy, “Preliminary analysis from a novel treatment targeting the exchange of new information within storytelling for people with nonfluent aphasia and their partners,” *Aphasiology*, Vol.29, No.11, pp.1383-1408, 2014.

[55] R. D. Steele, A. Baird, D. McCall, and L. Haynes, “Combining teletherapy and on-line language exercises in the treatment of chronic aphasia: An outcome study,” *International journal of telerehabilitation*, Vol.6, No.2, pp.3-20, 2014.

[56] 이상도, “Post-COVID-19 시대 마비말장애 재활을 위한 디지털 치료제 기반의 커뮤니케이션 방안,” *한국융합학회논문지*, 제13권, 제1호, pp.313-323, 2022.

[57] P. Enderby, C. Pickstone, A. John, K. Fryer, A. Cantrell, and D. Papaioannou, “Resource manual for commissioning and planning services for SLCN,” London: Royal College of Speech and Language Therapists, 2009.

[58] J. A. Kleim and T. A. Jones, “Principles of experience-dependent neural plasticity: implications for rehabilitation after brain damage,” *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, Vol.51, No.1, pp.S225-S239, 2008.

저자 소개

정채윤(Chae Youn Chung)

준회원



■ 2019년 3월 ~ 현재 : 이화여자대학교
스크랜튼대학 뇌인지과학전공, 휴먼
기계바이오공학부 학사과정

〈관심분야〉 : 감각지각, 인지과학, 인공지능

홍유정(You Jeong Hong)

정회원



■ 2014년 2월: 서울대학교 음악대학
(음악학사)
■ 2016년 8월: 서울대학교 경영대학
(경영학석사)
■ 2017년 3월 ~ 현재: 서울대학교
융합과학기술대학원 지능정보융합
학과 박사과정

〈관심분야〉: 청각 지각 및 인지, 디지털치료제, 인간-컴퓨터 상호작용

공 성 현(Seong Hyeon Kong)

정회원



- 2015년 8월 : 성신여자대학교 음악치료학과 (음악치료학석사)

〈관심분야〉 : 음악과 언어, 신경학적 음악치료, 음악심리학

최 유 진(You Jin Choi)

준회원



- 2017년 3월 ~ 현재 : 연세대학교 피아노, 심리학 학사과정

〈관심분야〉 : 음악인지, 음악신경과학

이 교 구(Kyogu Lee)

정회원



- 1996년 2월 : 서울대학교 전기공학부(공학사)
- 2002년 8월 : New York University, Music Technology(음악석사)
- 2006년 4월 : Stanford University, Electrical Engineering(공학석사)
- 2008년 4월 : Stanford University, Computer-based Music Theory and Acoustics(음악박사)

- 2009년 8월 ~ 현재 : 서울대학교 지능정보융합학과 교수

〈관심분야〉 : 인공지능각기능, 오디오 신호처리, 기계학습